

CLIPPEDIMAGE= JP408124912A

PAT-NO: JP408124912A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08124912 A

TITLE: METHOD AND SYSTEM FOR MAGNETRON PLASMA ETCHING

PUBN-DATE: May 17, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

INASAWA, KOICHIRO

ISHIKAWA, YOSHIO

SAKAI, ITSUKO

SEKINE, MAKOTO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOKYO ELECTRON LTD

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP06287473

APPL-DATE: October 27, 1994

INT-CL (IPC): H01L021/3065;C23F004/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a magnetron plasma etching method in which contamination due to heavy metals generated from the inside of a vacuum vessel for generating a plasma is suppressed and the yield of object to be processed can be increased.

CONSTITUTION: A one-directional field is formed between at least a pair of electrodes 2, 10 disposed in a vacuum vessel 2 into which a gas is introduced in order to generate a plasma and an object is processed using activated species present in the plasma. In such magnetron plasma etching method, the ratio (S1/S2) between the area S1, S2 on the anode side and

cathode side of the  
electrode is set at 3.6 or above when a plasma is generated  
in order to process  
the object. This method suppresses production of heavy  
metals from the inner  
wall of the vacuum vessel or the like.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-124912

(43) 公開日 平成8年(1996)5月17日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/3065  
C 2 3 F 4/00

識別記号

庁内整理番号

A 9352-4K

F I

H 0 1 L 21/ 302

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-287473

(22) 出願日 平成6年(1994)10月27日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 稲沢 剛一郎

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 石川 吉夫

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 浅井 章弘

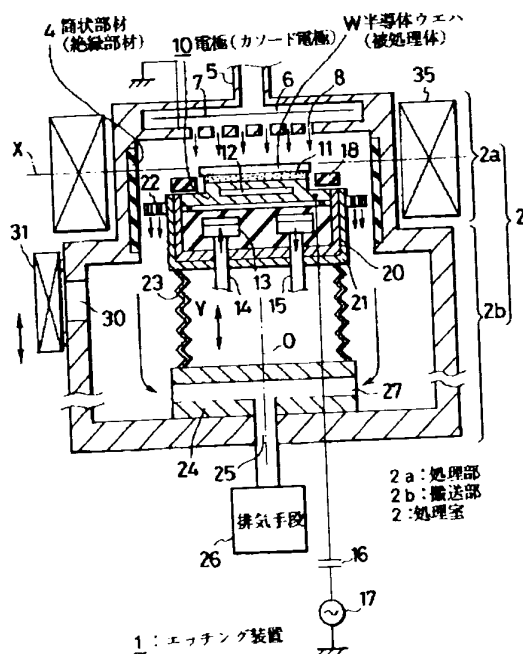
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マグネトロンプラズマエッチング方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 プラズマを生起する真空容器内から発生する重金属等のコンタミネーションを抑制し、被処理体の歩留まりを向上させることができるマグネトロンプラズマエッチング方法を提供する。

【構成】 真空容器2内に設けられた少なくとも一対の電極2、10間に、一方向磁界を形成し、前記真空容器内に導入されるガスをプラズマ化し、このプラズマ中の活性種により被処理体を処理するマグネトロンプラズマエッチング方法であって、前記電極のアノード側の面積S1とカソード側の面積S2との比(S1/S2)を3.6以上に設定し、前記プラズマを生起して前記被処理体を処理する。これにより、真空容器内壁等からの重金属の発生を抑制する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内に設けられた少なくとも一対の電極間に、一方向磁界を形成し、前記真空容器内に導入されるガスをプラズマ化し、このプラズマ中の活性種により被処理体を処理するマグネトロンプラズマエッチング方法であって、前記電極のアノード側の面積 $S1$ とカソード側の面積 $S2$ との比( $S1/S2$ )を3.6以上に設定し、前記プラズマを生起して前記被処理体を処理することを特徴とするマグネトロンプラズマエッチング方法。

【請求項2】 前記真空容器の内部をアルミニウム等の金属またはアルミアルマイト等の金属酸化物で形成または被覆したものとすることを特徴とする請求項1記載のマグネトロンプラズマエッチング方法。

【請求項3】 アノード電極と、このアノード電極に対向して配置されたカソード電極を備えた真空容器と、この真空容器内に所定のガスを導入するガス供給手段と、前記真空容器内を減圧下に維持する真空排気手段と、前記アノード電極及びカソード電極との間に電界を生起せしめる電界発生手段と、前記真空容器内に一方向磁界を生起せしめる磁界発生手段とを具備し、前記アノード電極の面積 $S1$ とカソード電極の面積 $S2$ との比( $S1/S2$ )を3.6以上に設定したことを特徴とするマグネトロンプラズマエッチング装置。

【請求項4】 前記磁界発生手段が、外周で環状をなすと共に着磁方向が前記環の半周で1回転可能となるように配列された磁石を含むことを特徴とする請求項3記載のマグネトロンプラズマエッチング装置。

【請求項5】 前記真空容器の内部がアルミニウム等の金属またはアルミアルマイト等の金属酸化物で形成または被覆されていることを特徴とする請求項3または4記載のマグネトロンプラズマエッチング装置。

【請求項6】 前記真空容器内に前記比( $S1/S2$ )を3.6以上に設定するための絶縁部材を設けたことを特徴とする請求項3乃至5記載のマグネトロンプラズマエッチング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マグネトロンプラズマエッチング方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 処理室内に配置されたカソード側電極上に被処理体、例えば半導体ウエハを保持し、処理室内に処理ガスを導入し、処理室自体をアノード電極とし、このアノード電極とカソード電極に高周波電力を印加し、プラズマを生起させ、このプラズマ中の活性種により半導体ウエハを処理するマグネトロンプラズマエッチング装置として特開昭61-289634号公報が開示されている。

【0003】 この技術は、アノード電極に形成された処

理室の内壁若しくはカソード電極に載置される試料の外周部に、被覆材、例えばアルミナ材等を被覆し、電極間にプラズマを生起させて試料をエッチング処理することにより、エッチング処理中に電極表面等にポリマーが付着するのを防止したり、生成したポリマーが試料に付着するのを防止するものであった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、処理室内壁の表面にアルミナ材等の被覆材を被覆しても、電極間に生成されるプラズマ中のイオン衝撃等により上記被覆材がスパッタされてしまう。一般にアルミナ材の場合、一般には六角形の結晶で形成され、この結晶の中央にセル(孔)が形成されているので、このセル中には、特に重金属が含有している。よって、このアルミナ材がスパッタされるとアルミナ材に含有する重金属、例えばAl, Ni, Fe, Cu等が処理室内をコンタミネーションとなって浮遊し、半導体ウエハの表面に付着してしまう。そして、それらの重金属が付着してしまうと、半導体ウエハの歩留りが低下してしまうという問題が生じていた。

【0005】 ところで、スパッタ量は、イオンの密度及びエネルギーが大きい程多くなるため、従来の、比較的低密度プラズマを用いている平行平板型R1E(反応性イオンエッチング)ではアノード電極面のスパッタによる汚染がさほど問題になっていなかった。しかし、マグネトロンR1Eの様に、高密度プラズマを用いたり、更に、ダイポールリング磁石を用いた均一磁界による2.56MDRAM対応高性能R1E装置においては、磁界の閉じ込め効果により高密度プラズマが得られる反面、装置構成による見掛けのアノード対カソード比( $S1/S2$ )に対して実質的な $S1/S2$ が小さくなる。その結果、プラズマポテンシャルVpが上昇し、アノード電極面に照射されるイオンエネルギーが増大してスパッタ量が増え、問題視されていた。

【0006】 本発明の目的はプラズマを生起する真空容器内から発生する重金属等のコンタミネーションを抑制し、被処理体の歩留りを向上することができるマグネトロンプラズマエッチング方法及び装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、真空容器内に設けられた少なくとも一対の電極間に、一方向磁界を形成し、前記真空容器内に導入されるガスをプラズマ化し、このプラズマ中の活性種により被処理体を処理するマグネトロンプラズマエッチング方法であって、前記電極のアノード側の面積 $S1$ とカソード側の面積 $S2$ との比( $S1/S2$ )を3.6以上に設定し、前記プラズマを生起して前記被処理体を処理するようにしたものである。

【0008】 請求項2に記載の発明は、請求項1記載の

方法において、前記真空容器の内部をアルミニウム等の金属またはアルミアルマイト等の金属酸化物で形成または被覆したものである。

【0009】請求項3に記載の発明は、アノード電極と、このアノード電極に対向して配置されたカソード電極を備えた真空容器と、この真空容器内に所定のガスを導入するガス供給手段と、前記真空容器内を減圧下に維持する真空排気手段と、前記アノード電極及びカソード電極との間に電界を発生せしめる電界発生手段と、前記真空容器内に一方向磁界を発生せしめる磁界発生手段とを具備し、前記アノード電極の面積 $S_1$ とカソード電極の面積 $S_2$ との比( $S_1/S_2$ )を3.6以上に設定するようにしたものである。

【0010】請求項4に記載の発明は、請求項3記載の装置において、前記磁界発生手段が、外周で環状をなすと共に着磁方向が前記環の半周で1回転可能となるように配列された磁石を含むようにしたものである。尚、この請求項4に記載される磁界発生手段を請求項1記載の方法に適用して真空容器内に磁界を発生させるようにしてもよい。

【0011】請求項5に記載の発明は、請求項3または4記載の装置において、前記真空容器の内部がアルミニウム等の金属またはアルミアルマイト等の金属酸化物で形成または被覆されているようにしたものである。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項3乃至5記載の装置において、前記真空容器内に前記比( $S_1/S_2$ )を3.6以上に設定するための絶縁部材を設けるようにしたものである。

【0013】

【作用】本発明は、アノード側の面積 $S_1$ とカソード側の面積 $S_2$ との比( $S_1/S_2$ )を3.6以上に設定し、プラズマを生起して被処理体を処理することにより、プラズマ中のイオン等によってスパッタされるアノード側の電極から発生する重金属等のコンタミネーションが被処理体に付着する付着量を $10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以下に抑制することができる。

【0014】

【実施例】以下に、本発明に係るマグネトロンプラズマエッチング方法及び装置の実施例としてのエッチング装置を添付図面に基いて詳述する。

【0015】図1に示すように、このエッチング装置1は、被処理体、例えば半導体ウエハWを処理する真空容器としての処理室2が設けられており、この処理室2は、金属例えばアルミニウムで形成され、処理室2の内壁には、アルマイト処理が施されている。この処理室2は、上部に前記半導体ウエハWを処理する処理部2aと、この処理部2aの下方に半導体ウエハWを処理室2内に搬入又は搬出する搬送部2bとで構成されている。前記処理部2aには、この処理部2aの内周面に、絶縁部材、例えばセラミックス、好ましくは石英ガラスによ

って形成された筒状部材4が設けられており、この筒状部材4は、半導体ウエハWのエッチング時にプラズマ中のイオン等によりスパッタされ消耗したり、或いは、その際に付着したパーティクル等の付着物を除去するために、取り外して交換可能に構成されている。

【0016】さらに、前記処理部2aの上部には、エッチングガス、例えば塩素ガス、C系、D系等のガス及び不活性ガス、例えばAr、N<sub>2</sub>等のガスを処理室2内に導入するためのガス供給手段としてのガス供給管5が接続され、このガス供給管5より導入されるガスは、処理部2aの上壁内に形成された中空部6に入り、この中空部6内に設けられたガス拡散板7を介して処理室2内に開口する複数の孔8より前記半導体ウエハWの処理面に均等に噴出すよう構成されている。

【0017】また、前記半導体ウエハWは、電極(カソード電極)10上に設けられたクーロン力で吸着保持する静電チャック11の吸着面に着脱可能に構成されている。そして、電極10の内部には、発熱手段、例えばヒーター12が設けられ、さらにその下方には、冷媒、例えばチラー、液体窒素等を溜める冷媒溜13が設けられ、この冷媒溜13には、冷媒を冷媒溜13に供給するための冷媒供給管14と冷媒溜12の冷媒を循環するための冷媒排出管15とが接続されている。よって、この冷媒溜12からの冷熱と前記ヒーター12の発熱とを制御し、半導体ウエハWを所定温度、例えば-150℃〜50℃の範囲で適宜設定可能に構成されている。

【0018】そして、前記電極10には、ブロッキングコンデンサ16を介して電源発生手段としての電源、例えば13.56MHzの高周波電源17に接続され、ブロッキングコンデンサ16の作用により電極10は、負の電位に自己バイアスされるように構成されている。また、前記処理室2は、電氣的に接地され、つまり接地電極(アノード電極2)として構成されている。さらに、半導体ウエハWの周囲には、プラズマ密度を半導体ウエハWの処理面に集中するための電界集中リング18、例えば絶縁部材或いは導電部材或いは半導体部材で形成されている。

【0019】また、前記電極10の側部及び下部は、絶縁部材20、例えばセラミックス等の部材で支持され、この絶縁部材20は、支持部材21によって支持されており、この支持部材21の側部には、処理部2aの内周面方向に延設された、部材、例えばカーボン製のリング部材22を有しており、このリング部材22には、処理ガスを搬送部2b方向に流動するための孔が複数個設けられている。そして、支持部材21の下端には、伸縮可能に構成されたパイプ23の一端が気密に接続され、このパイプ23の他端は、前記処理室2の底部に設けられた円筒状の載置台24に気密に接続され、前記カソード電極10は、図示しない上下駆動手段によって上下

方向Yに移動可能に構成されている。

【0020】前記載置台24には、排気管25が前記半導体ウエハWの中心軸線O上で、前記処理室2の底壁を気密に貫通して設けられ、処理室2内を排気する真空排気手段26、例えば真空ポンプと接続されている。この排気管25は、載置台24の周面に均等に配置された複数の排気口27とそれぞれ接続され、それぞれの排気口27からは、同量の排気量で排気するよう構成されている。

【0021】また、前記搬送部2bの処理室2の側壁には、前記半導体ウエハWを処理室2内に搬入又は搬出するための開口部30が設けられ、この開口部30は、開閉手段、例えばゲートバルブ31によって開閉可能に構成されている。また、前記処理室2の処理部2aの外側には、リング状の磁界発生手段としての磁場形成手段、例えば永久磁石（ダイポールリング磁石）35が配置されており、半導体ウエハWの処理面軸Xに対して水平に磁界を形成し、アノード電極2とカソード電極10とで発生する上下方向の電界とE×Bドリフトを誘発してプラズマを高密度化するよう構成されている。

【0022】図2は上記永久磁石35を上方から眺めた拡大説明図である。この図に示すように、この永久磁石35は円柱状の処理室2の外側側壁に、このまわりを同心円状に囲むように配設された磁石要素35aからなり、磁界方向Aの方向に着磁された磁石要素35aからθの位置にある磁石要素は磁界方向Aに対して2θだけ回転した方向に着磁されており、磁石要素35aから180度の位置にある磁石要素は再び磁界方向Aを向くように環状に配列されている。ここで、構成要素となる個々の磁石要素にはねじれを生じるような力がはたらくため堅牢な非磁性体ヨーク（図示せず）に固定されている。ヨークについては漏れ磁界をさらに低減するために磁性体のヨークを使用することも可能である。また、上記磁石35は環の中心軸の回りに回転可能に設置されている。このように構成された永久磁石35により、Bに示す方向の平行磁界を半導体ウエハW上に形成することが可能である。

【0023】そして、この時のアノード電極2とカソード電極10との面積を図3のaに示す。カソード電極10の面積（S2）は前記電界集中リング18が導電体で形成された場合は、前記半導体ウエハWとこのウエハWの周囲に設けられる電界集中リング18の上面と片側面との総面積である図中の点線B領域の面積であり、また、前記電界集中リング18が絶縁体で形成された場合は、前記半導体ウエハWの載置面である図中の点線C領域の面積となり、さらに、前記電界集中リング18が半導体で形成された場合は、この半導体の導電率により変化するが平均中のB領域とC領域との間の所定の面積となる。また、アノード電極の面積（S1）は処理室2の処理部2aの前記カソード電極10とでプラズマを生起させる部分の平均中のA領域の面積である。なお、本実施例

においては、絶縁部材の前記筒状部材4を配置していたが、この部材を配置しない場合、図3のbに示すように、処理室2上面から前記リング部材22の近傍域まで、つまりA1領域の処理室2内側面積とされる。

【0024】このような、アノード電極の面積（S1）とカソード電極の面積（S2）との比（S1/S2）は、3.6以上に設定されている。このようなアノード電極の面積（S1）とカソード電極の面積（S2）との比（S1/S2）を、3.6以上に設定する手段としては、上下駆動手段によって前記カソード電極10を所定位置まで移動し、設定したり、前記筒状部材4の高さ方向を調節したり、前記電界集中リング18の材質、又は形状を変え設定したり、前記カソード電極10の大きさを变化或いは、処理部2aの大きさを変えて設定可能に構成するものである。

【0025】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。

【0026】まず、上下駆動手段によってカソード電極10を下降し、ゲートバルブ31を開放し、開口部より半導体ウエハWを搬入するとともにカソード電極10のウエハ載置面に静電チャック11によって保持する。その後ゲートバルブ31を閉じ、上下駆動手段によってカソード電極10を上昇し、所定位置、つまり前述に説明したように、アノード電極の面積（S1）とカソード電極の面積（S2）との比（S1/S2）を、3.6以上に設定する位置で停止する。

【0027】そして、カソード電極10側に設けられた、ヒーター12の発熱と冷媒溜り3へ冷媒を供給し、この冷熱とによって半導体ウエハWを例えば20℃に設定する。その後、ガス供給管5からエッチングガスとして塩素ガスを100sccmの流量で供給し、排気手段26の排気量を制御し、処理室2内の圧力を例えば10～100mTorr、例えば50mTorrに調整する。そして、電源17をonし、カソード電極10に13.56MHzの高周波電力を例えば0.5～0.85W/cm<sup>2</sup>、例えば0.76W/cm<sup>2</sup>の電力密度で印加し、接地電極である処理部2a（アノード電極）とカソード電極10の電位差により塩素ガスを媒体として放電が起こり、プラズマを生起する。このプラズマの生起により、プラズマ中の活性種によって半導体ウエハWは、異方性エッチング処理される。

【0028】そして、プラズマの生起によってプラズマ中のイオン等が処理室壁（アノード電極）をスパッタし、このスパッタにより重金属、例えばAl、Ni、Fe、Cu等のスパッタ物が飛散することになり、そしてこのスパッタ物は半導体ウエハ等W上に付着する。しかし、前述の様に比（S1/S2）を3.6以上に設定することにより、アノード電極のスパッタ量を抑え、被処理体に付着するAlの付着量を10<sup>12</sup>原子/cm<sup>2</sup>以下とすることができた。更に、本発明による、比（S1/

7  
S2)を制御することにより被処理体上のコンタミネーションを抑制する方法は、ダイボールリング磁石を用いた場合に、一層その効果が顕著であった。

【0029】図4は磁場形成手段としてダイボールリング磁石を搭載した前述と同様の装置において、ウエハW上に付着する付着量について、筒状部材4を用いた場合(石英壁)と筒状部材4を用いない場合(アルマイト壁)とで、それぞれデータを採取したものである。筒状部材4を用いた場合(石英壁)は、アノード側の電極から発生する重金属等のコンタミネーションが被処理体に付着する付着量を $10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以下とするには、アノード電極の面積(S1)とカソード電極の面積(S2)との比(S1/S2)を、3.6以上に設定すればよく、また、筒状部材4を用いない場合(アルマイト壁)は、アノード側の電極から発生する重金属等のコンタミネーションが被処理体に付着する付着量を $10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以下とするには、アノード電極の面積(S1)とカソード電極の面積(S2)との比(S1/S2)を、4.4以上に設定すればよい。つまり、アノード電極の面積(S1)とカソード電極の面積(S2)との比(S1/S2)を、少なくとも3.6以上に設定すればよい。

【0030】次に、本実施例の効果について説明する。

【0031】アノード電極の面積(S1)とカソード電極の面積(S2)との比(S1/S2)を、3.6以上に設定し、アノード側の電極から発生する重金属等のコンタミネーションが被処理体に付着する付着量を $10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以下に抑制することができるので、プロセス、被処理体上に形成されるデバイスの高集積化、つまり配線膜等の積層膜の薄膜化、及び各積層膜の加工幅の狭小化に伴う、例えば0.8μmのプロセスでの被処理体の処理の歩留りを向上することができる。

【0032】本実施例では、被処理体に半導体ウエハを用いたが、これに限定するものではなく、LCD基板を使用しても良く、また、エッチングガスは、塩素ガスに制限されるのではなく、その他の塩素系ガス、フッ素系ガス、臭素系ガスなどのガスについても適応すること

ができる。更に、磁石としては図5に示すように下面中央部が上方に向けてくぼみ、くぼんだ面が階段状になっている磁石51をアノード電極の裏面に設けて用いるようにしてもよい。この場合、上記の如く、くぼんだ面が半導体ウエハWと対向するように磁石51を設置する。また、磁石51は、中心軸Cの回りに回転可能となっている。更にまた、本発明においては、磁石として永久磁石の代わりに、電磁石を用いることも可能である。

【0033】

10 【発明の効果】本発明は、アノード側の電極から発生する重金属等のコンタミネーションが被処理体に付着する付着量を $10^{12}$ 原子/cm<sup>2</sup>以下に抑制することで、被処理体の重金属汚染を防止することができるので、被処理体の歩留りを向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明するマグネトロンエッチング装置の概略断面図である。

【図2】図1の磁石の上面図である。

【図3】図1のカソード電極とアノード電極との面積を説明する概略部分断面図である。

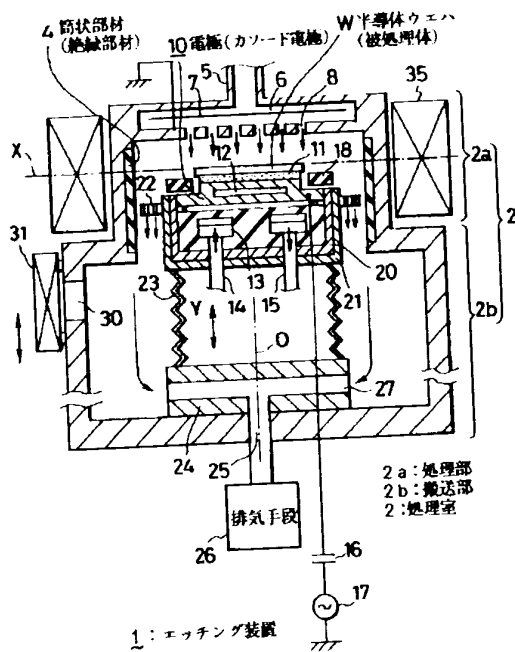
20 【図4】図1に示すエッチング装置のアノード電極とカソード電極の面積比とスパッタされるアルミニウム原子の量との関係を示すグラフである。

【図5】本発明において用いる永久磁石の他の実施例を示す概略断面図である。

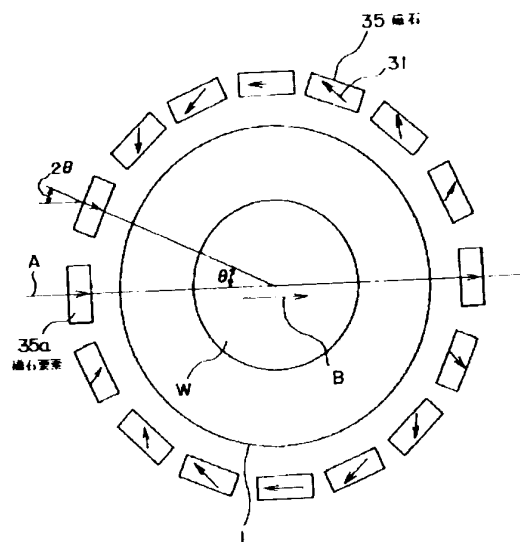
【符号の説明】

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| 1  | エッチング装置(マグネトロンプラズマエッチング装置) |
| 2  | 処理室(アノード電極)                |
| 4  | 絶縁部材                       |
| 5  | ガス供給管(ガス供給手段)              |
| 10 | カソード電極                     |
| 17 | 高周波電源(電界発生手段)              |
| 26 | 真空排気手段                     |
| 35 | 永久磁石(磁界発生手段)               |
| W  | 半導体ウエハ(被処理体)               |

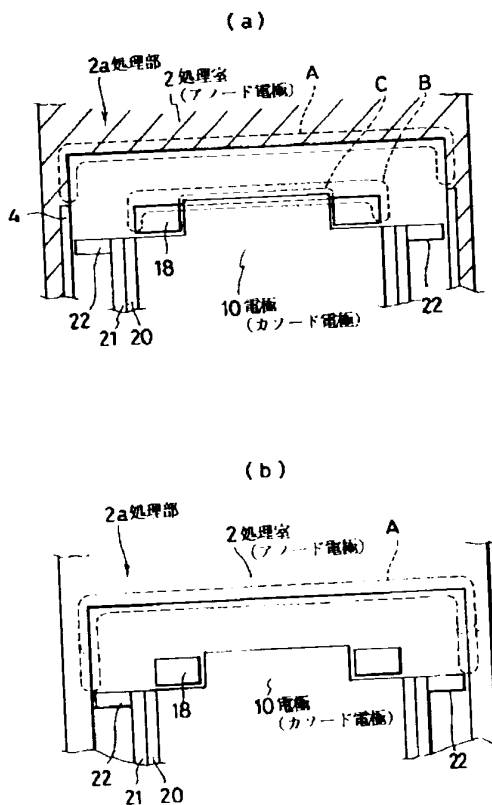
【図1】



【図2】

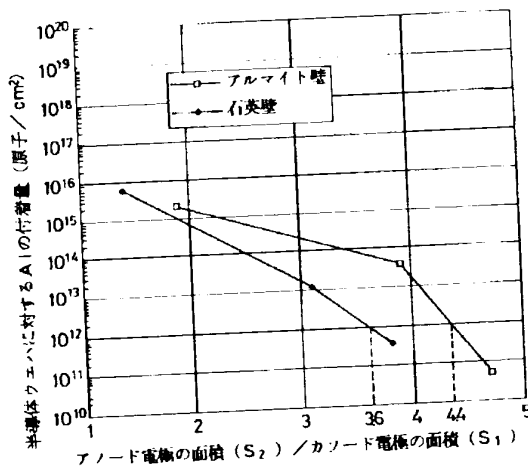


【図3】



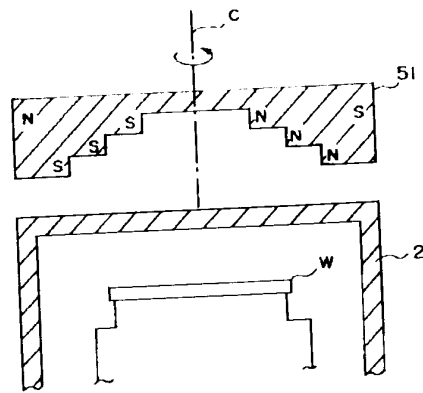
【図4】

A1汚染量と面積比の関係





【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 酒井 伊都子  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(72)発明者 関根 誠  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内